贺兰山上三叠统上田组植物化石研究

马彦云[1], 马学东[1], 王 成[1], 李明涛[1,2], 何庆志[1], 黄生金[1], 吴 坤[1], 田景雄[1]
MA Yanyun[1], MA Xuedong[1], WANG Cheng[1], LI Mingtao[1,2], HE Qingzhi[1], HUANG Shengjin[1], WU Kun[1], TIAN Jingxiong[1]

1. 宁夏回族自治区地质调查院,宁夏 银川 750021;
2.中国地质大学(北京),北京 100083
1. *Ningxia Institute of Geological Survey, Yinchuan* 750021, *Ningxia, China;*
2. *China University of Geosciences(Beijing), Beijing* 100083, *China*

摘要:对贺兰山地区上田组的植物化石开展研究,此次鉴定出12属14种,结合前人资料,上田组植物化石共计20属35种。其中,真蕨纲和种子蕨纲9属19种,占54%;苏铁纲4属6种,占17%;楔叶纲1属4种,占11%;松柏纲3属3种,占9%;银杏纲2属2种,占6%;分类位置不明的种子1属1种,占3%。该地区植物化石组合以中国北方型*Danaeopsis-Bernoullia*植物群的属种占主导地位,同时混生了中国南方型*Dictyophyllum-Clathropteris*植物群的分子*Dictyophyllum*,且苏铁类占一定的比例,反映了晚三叠世末期贺兰山为半干旱的亚热带大陆型气候,且正在向湿热发展。

关键词:贺兰山;晚三叠世;上田组;植物化石
中图分类号:P534.51 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2018)04-0538-07

Ma Y Y, Ma X D, Wang C, Li M T, He Q Z, Huang S J, Wu K, Tian J X. Research on fossil plants of Late Triassic Shangtian Formation in the Helan Mountain. *Geological Bulletin of China*, 2018, 37(4):538-544

Abstract: In this paper, the fossils of the Shangtian Formation in the Helan Mountain area were studied, and 14 species of 12 genera were identified. In combination with the data provided by previous researchers, there are 35 species of 20 genera in the Shangtian Formation, which include Filicopsida and Spermatophyta of 19 specie in 9 genera, Cycadopsida of 6 species in 4 genera, Sphenopsida of 4 species in 1genus, Coniferae of 3 species in 3 genera, Ginkgopsida of 2 species in 2 genera. Many plants have the characteristics of *Danaeopsis - Bernoullia* flora belonging to northern provinces of China, but some species of southern provinces in China and Cycadopsida were also found in this flora. Studies show that the Helan Mountain was dominated by a semi-arid subtropical continental climate in the late Late Triassic, which was developed towards humid heat.

Key words: Helan Mountain; Late Triassic; Shangtian Formation; fossil plants

晚三叠世随着印支运动的不断进行,地壳开始抬升,残存于中国南方的海水已大部分退去,使得中国南方晚三叠世沉积了以河流、三角洲及海陆交互相为主的中粗粒碎屑岩及煤系地层[1-3]。植物以苏铁类植物最繁盛,同时银杏类植物和松柏类植物大量出现,种子蕨植物有所增加,莲座目的树蕨则大为减少,真蕨目双扇蕨科植物仍然很多,而卷柏科、紫萁科、马通科、里白科等草本植物有所增加,反映了中国南方热带-亚热带的古气候特点[4-5]。

在古昆仑、古祁连、古秦岭和古大别山以北的华北广大地区,此时的气候比较干旱,沉积以曲流河、辫状河流及局部泻湖沼泽相为主的碎屑岩建造[6-14]。贺兰山地区则表现为广阔的陆内伸展,形成三叠纪陆相坳陷盆地。印支运动使得贺兰山晚

收稿日期:2017-07-07;**修订日期:**2018-02-02
资助项目:中国地质调查局项目《祁连成矿带肃南—大柴旦地区地质矿产调查——宁夏六盘山北段1:5万彭堡等四幅区域地质调查》(编号:DD20160012)
作者简介:马彦云(1986-),男,硕士,工程师,从事地质调查工作。E-mail: mayanyun-100@163.com

古生代—中三叠世地层普遍发生褶皱和断裂,伴有岩浆活动[7-8]。而古植物以耐旱型的木贼目和松柏目较多,喜热的苏铁植物稀少,种子蕨则以耐旱而嫌热的丁菲羊齿最多。因此,落叶分子增多,常绿分子减少,反映了半干热的大陆性气候,与中国南方的植物群性质几乎相反。印支运动后,基本结束了南海北陆的格局,陆地的气候特征引人关注[15-17]。

劳亚大陆晚三叠世植物群分为南、北2个植物带[18]。北带包括哈萨克地区和中国的北方植物区,南带包括南欧阿尔卑斯地区、东格陵兰-瑞典、北欧东南部、帕米尔、伊朗、东南亚、日本和中国西南、川北鄂西、华南、中南、闽西、华东等地。南带研究较细,植物群资料更丰富,而北带可能由于缺乏材料,研究较粗,只有新疆、青海、甘肃等地区可找到相关植物群的研究资料。

中国南北地区相比,晚三叠世北方区气候相对温凉,化石丰富,是研究陆地植被和气候特征的良好场所。贺兰山地区地处华北晚三叠世植物群分布的核心地区(图1),地层出露齐全,沉积相明显,上三叠统上田组产丰富的植物化石。

本文在大量野外区域调查、沉积地层及沉积相分析的基础上,重点研究贺兰山地区上三叠统上田组植物化石的组合特征、地质时代及古气候意义。

1　上田组

1.1　上田组剖面

贺兰山区的延长群与陕北的延长群在岩性、岩相和古生物特征上有较大差异,因而将该地区的延长群改称为白芨芨沟群,并划分为大风沟组和上田组。本次调查依岩性将大风沟组分为3段,上田组分为上、下2段。

研究区上田组广泛分布,现将内蒙古阿拉善左旗南圈子实测剖面描述如下(图2)。

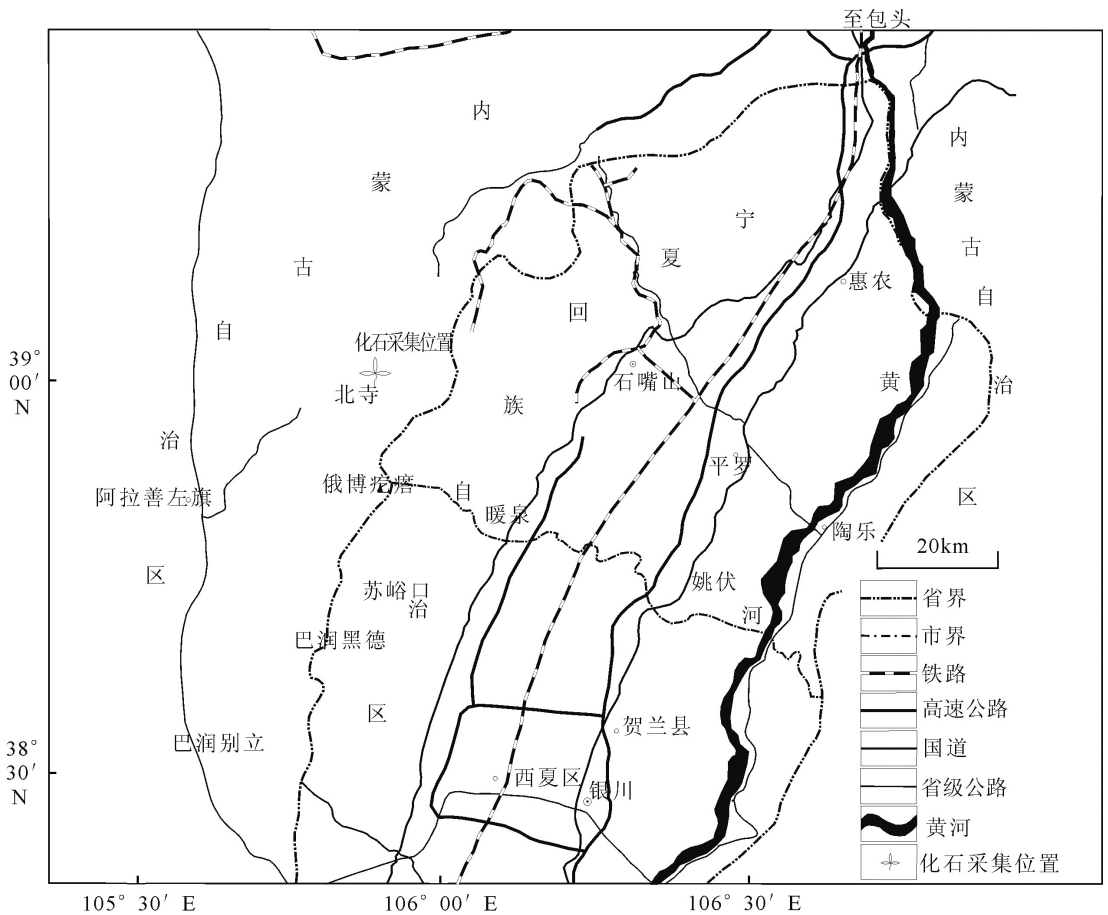

图1　研究区交通位置

Fig. 1　Traffic and location map of the study area

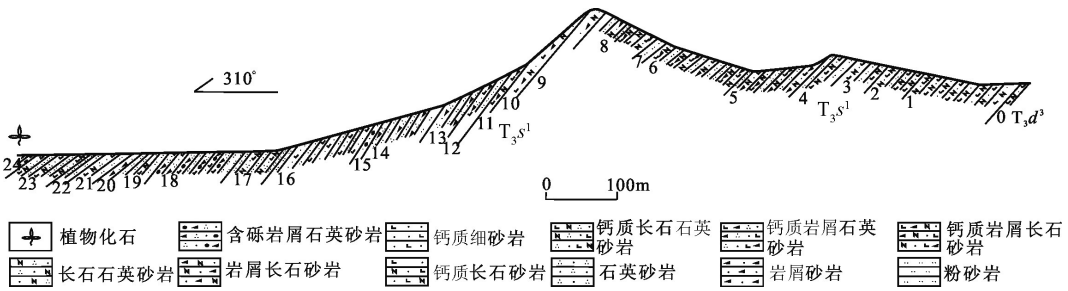

图2 内蒙古阿拉善左旗南圈子上田组实测剖面

Fig. 2 Section of Shangtian Formation in Nanjuanzi, Alxa Left Banner, Inner Mongolia

T_3s^1—上三叠统上田组一段；T_3d^3—上三叠统大风组三段

上三叠统上田组(T_3s) >766m

二段(T_3s^2) 未见顶

24.灰绿色薄-中层钙质细粒长石石英砂岩与灰绿、灰黑色粉砂岩、粉砂质泥岩、页岩、炭质页岩互层 >13.1m

Sphenobaiera sp., *Cladophlebisraciborskii* Zeillere, *Dictyophyllumnathorsti* Zeille, *Glossophyllum? shensiense* Sze, *Pterophyllumcrassinervum* Huang et Zhou, *Anomozamitesloczyi* Schenk, *Asterotheca? szeiana* (P'an), *Cladophlebisi chunensis* Sze, *Neocalamites* sp., *Cladophlebisgracilis* Sze, *Toditesshensiensis*(P' an), *Taeniopterisobliqua* Chow et Wu, *Danaeopsisfecunda* Halle, *Thinnfeldiarigida* Sze, *Strobilites* sp.

23.灰绿色中-厚层钙质细粒长石石英砂岩夹灰绿色粉砂岩 35.4m

22.灰绿色、灰黑色粉砂岩，粉砂质泥岩 4.0m

21.灰绿色、灰黑色粉砂岩夹灰绿色、黄绿色薄-中层钙质细粒长石石英砂岩 24.0m

20.灰色、黄绿色中层细-中粒岩屑砂岩夹少量灰绿色、灰黑色粉砂岩 2.9m

19.灰绿色粉砂岩、粉砂质泥岩夹灰绿色薄-中层钙质粗粒长石石英砂岩 20.6m

18.灰绿色、黄绿色中层钙质含砾中细粒岩屑石英砂岩夹少量深灰绿色粉砂岩 68.3m

17.灰绿色、灰黑色粉砂岩与灰绿色、黄绿色薄层钙质细粒长石石英砂岩互层 7.8m

16.灰绿色、灰黑色粉砂岩夹灰绿色、黄绿色薄层钙质细砂岩 61.0m

15.浅灰绿色、黄绿色巨厚层砂砾岩夹极少量黄绿色含砾长石石英砂岩 1.8m

14.黄绿色、浅灰绿色中细粒岩屑石英砂岩与深灰绿色、灰黑色粉砂岩互层 53.0m

13.浅黄绿色、灰绿色薄-中层中细粒岩屑石英砂岩夹少量灰绿色粉砂岩，粉砂质页岩 25.4m

12.灰绿色、灰黑、灰黄色粉砂岩，粉砂质页岩夹灰绿色薄层钙质中细粒岩屑石英砂岩 17.6m

整合接触

一段(T_3s^1)

11.浅灰绿色、黄绿色薄-中层钙质中细粒岩屑长石砂岩 4.8m

10.灰绿色、黄绿色厚层钙质中细粒岩屑长石砂岩 3.6m

9.浅灰黄色、黄绿色中-厚层中细粒岩屑长石砂岩夹少量灰绿色粉砂岩、粉砂质泥岩 39.2m

8.黄绿色、灰绿色薄-中层钙质中细粒岩屑长石砂岩 29.4m

7.灰绿色、灰黑色厚层粉砂岩夹灰绿色、黄绿色中-厚层钙质中细粒岩屑长石砂岩 10.4m

6.灰绿色中-厚层钙质中细粒岩屑长石砂岩夹灰黑色粉砂岩 78.2m

5.灰绿色巨厚层钙质细粒岩屑长石砂岩夹极少量灰绿色粉砂岩 55.2m

4.上部为灰绿色粉砂岩夹黄绿色、灰绿色中-厚层钙质细粒长石砂岩 29.3m

3.灰绿色粉砂岩夹黄绿色、灰绿色中-厚层钙质细粒长石砂岩 26.1m

2.灰绿色厚层钙质中细粒长石砂岩夹少量灰绿色粉砂岩 36.8m

1.灰白色、灰绿色中-厚层钙质中细粒长石砂岩 88.3m

下伏地层：大风沟组三段(T_3d^3)：灰黑色粉砂岩、粉砂质泥岩、页岩夹少量黄绿色、灰绿色薄-中层中细粒岩屑长石砂岩

1.2 上田组综合特征

上田组与下伏大风沟组整合接触，研究区内未见顶，厚度大于766.2m。

一段主要由灰绿色、黄绿色中-厚层长石砂岩、长石石英砂岩、岩屑长石砂岩、石英砂岩及少量灰黑色薄层泥质粉砂岩、粉砂质泥岩组成。砂体具有向上变细的特征，发育大型板状斜层理和波痕构造，粉砂岩发育沙纹层理。显示了离湖泊较近的河流沉积环境，整体为一进积序列。

二段主要由深灰色、灰黑色泥质粉砂岩、泥岩及炭质页岩组成。粉砂岩、炭质页岩发育水平层理、沙纹层理，含植物化石，显示大陆湖泊水泛期的沉积特点。由西向东粉砂岩类增多，粒度变细、厚度增加，反映了该段岩石为河流冲淤作用下向南东逐渐接近并进入湖泊的特点。

2　上田组植物化石

2.1　植物化石组成

贺兰山地区上田组植物化石丰富,此次在阿拉善左旗南圈子采集的植物化石经鉴定包括12属14种,结合前人资料[7-8],共计20属35种。

楔叶纲:*Neocalamites* sp.,*N. carcinoides*, *N. carrerei*, N. cf. *carrerei*。真蕨纲:*Asterothaca szeiana* (P'an),*A.?szeiana*(P'an),*Bernoullia Zeilleri* P'an,*Danaeopsis* sp.,*D. fecunda*,*D. cf.fecunda*,*D. fecunda Halle*,*Todites shensiensis*,*Dictyophyllum* sp.,*D. nathorstii Zeiller*, *Cladophlebis* sp., *C.stenophylla*, *C. raciborskii Zeillere*, *C.Gracilis* Sze, *C. shensiensis*, *C. Ichunensis* Sze, *Sphenopteris*?sp.。种子蕨纲:*Thinnfeldia rigida* Sze、*Protoblechnum* cf. *wongii*。苏铁纲:*Pterophyllum* sp.,*P. crassinervum* Huang et Zhou,*Anomozamites loczyi* Schenk, *Sphenozamites* Changi Sze, *Taeniopteris* sp., *T. obliqua* Chow et Wu.。银杏纲: *Glossophyllum*? *shensiense* Sze,*Sphenobaiera* sp.。松柏纲:*Elatides* sp.,*Cycadocarpidium* sp.,*Podozamites* sp.。裸子植物种子化石: Strobilites sp.。

已发现的贺兰山晚三叠世植物化石,楔叶纲1属4种,占11%;真蕨纲和种子蕨纲9属19种,占54%;苏铁纲4属6种,占17%;银杏纲2属2种,占6%;松柏纲3属3种,占9%;分类位置不明的种子1属1种,占3%(表1)。

2.2　植物化石组合特征

贺兰山地区上田组植物化石有20属35种,其中确定种21种,相似种3种,未定种11种。植物化石组合以真蕨类、种子蕨类等占优势,楔叶纲和苏铁纲也占有一定比例,各类植物的主要特征分述如下。

楔叶纲1属4种,占植物组合总数的11%,仅为新芦木属*Neocalamites* Halle一属。本次虽只采获1种,但是贺兰山地区延长群已发现楔叶纲1属4种[7]。

表1植物化石组成

Table 1 Statistics of plant fossil composition

分类单位	属	种	种的百分比
楔叶纲	1	4	11%
真蕨纲和种子蕨纲	9	19	54%
苏铁纲	4	6	17%
银杏纲	2	2	6%
松柏纲	3	3	9%
分类位置不明种子	1	1	3%
总计	20	35	100%

真蕨纲和种子蕨纲9属19种,占植物组合总数的54%;根据目前植物化石的组成分子看,这类植物在整个贺兰山晚三叠世植物化石中占绝对优势。其中真蕨纲7属17种,包括星囊蕨科、合囊蕨科、莲座蕨科、紫萁蕨科及双扇蕨科,还有分类位置不明的枝脉蕨属及楔羊齿属。种子蕨纲有2属2种,即为种子蕨目的丁菲羊齿属和原始乌毛蕨属。这一类植物组合与陕北延长群*Danaeopsis*-*Bernoullia*植物群极相似[15-16]。需要说明的是,其中混入了真蕨纲双扇蕨科的网叶蕨*Dictyophyllum nathorstii* Zeiller (图3),该分子为中国南方植物群的主要分子[18-21],在新疆库车、青海祁连山南部、甘肃靖远、辽西北票等地也有分布[9-14,20-26],但这些地区位于中国南方植物区*Dictyophyllum*-*Clathropteris*的结合带。而双扇蕨科*Dictyophyllum*在贺兰山的出现,说明2种植物群的混生现象不仅在地块接合带附近发生,部分分子还可以进行较长距离的迁移和扩散[4]。

苏铁纲4属6种,占植物组合总数的17%。当前标本中有本内苏铁目的*Pterophyllum*和*Anomozamites*,以及分类位置不明的*Sphenozamites*和*Taeniopteris*,以本内苏铁目占优势地位;

银杏纲2属2种,占植物组合总数的6%。在整个植物化石中所占比例较小,仅有银杏科的舌叶属*Glossophyllum*,楔拜拉属*Sphenobaiera*。

松柏纲3属3种,占植物组合总数的9%。仅有杉科似樅属*Elatides*及可能属于松柏类植物的准苏铁果属*Cycadocarpidium*和苏铁杉属*Podozamites*。

分类不明种子化石1属1种。

综上所述,贺兰山晚三叠世上田组植物化石组合以真蕨纲和种子蕨纲占优势,其次为楔叶纲和苏铁纲,银杏类和松柏类数量不多。以北方型*Danaeopsis*-*Bernoullia*植物群的属种占主导地位,其中包括北方型*Danaeopsis*-*Bernoullia*植物群的重要组成分子,如*Danaeopsis*,*Bernoullia*,*Asterothaca*,*Todites*,*Glossophyllum*等,其组成反映了贺兰山晚三叠世上田组植物化石组成主体应属中国北方植物区*Danaeopsis*-*Bernoullia*型植物群。

3　上田组地质时代的确定

贺兰山地区上田组植物化石分子对应的地质

时代分布如下。

楔叶纲：*Neocalamites* 产于北欧、北美、南美、南非及澳洲、中国、俄罗斯、日本、朝鲜半岛、越南等地，中国常见于华南的瑞替克里阿斯期含煤沉积和西北的延长群中，华北的早、中侏罗世沉积也有分布，时代为三叠纪—中侏罗世。其中 *N.carcinoides* 产于中国陕西延长及宜君、内蒙古阿拉善地区、四川宝鼎、宁夏固原等地的晚三叠世地层中，在东格陵兰、瑞典、俄罗斯则出现在晚三叠世—早侏罗世初期。*N.carrerei* 产于四川宜宾，陕西延安、安定和宜君的延长群上部；云南广通的晚三叠世—早侏罗世地层；四川西南宝鼎地区晚三叠世大荞地组中上部；格陵兰、瑞典等的晚三叠世—早侏罗世地层中。此种植物分布较广，一般出现于中国晚三叠世地层中[18-21,25-41]。

真蕨纲和种子蕨纲：*Asterotheca* 一属分布于东格陵兰、西欧、北美、越南、中国的上三叠统，南非的中、上三叠统及朝鲜的上侏罗统。而其种 *Asterothecazeiana*(P'an)主要分布于陕西宜君四郎庙、延长七里村、绥德怀林坪及叶家坪、甘肃华亭的上三叠统中；*Bernoullia Zeilleri* P'an 分布于中国陕西宜君、清涧、甘肃华亭、宁夏固原、新疆准格尔盆地、河南济源，以及越南、西欧等地的晚三叠世地层；*Danaeopsis* 在北欧瑞典、瑞士、奥地利、北美、中国等地的上三叠统有分布。其中 *D. fecundaHalle* 产于中国陕西延长、淳华、宜君、耀县、麟游，甘肃华亭、武威、景泰，山西临县、兴县，河南济源、宜阳，新疆准格尔盆地，广东华林、开恩，云南广通—平浪等地及北欧瑞典的晚三叠世地层中；*Toditesshensiensis* 与瑞士相当地层中的 *Cladophlebisrutimeyeri* Heer 相近，该植物在陕西宜君四郎庙炭河沟和杏树坪，延长七里村烟雾沟，绥德叶家坪、沙滩坪、高家庵和桥上，甘肃华亭，新疆准格尔盆地，云南广通的晚三叠世地层中分布。在河南济源，山西宁武、交城，青海等地都有发现，山西宁武的早—中三叠世二马营组中也有报道；在越南北部及哈萨克斯坦费尔干盆地相当地层中也有发现。*Cladophlebis* 分布遍及全球，时代为二叠纪—白垩纪。其中 *C.stenophylla* 产于陕西宜君杏树坪黄家湾和甘肃华亭安口窑的延长群中，时代属晚三叠世。*C. raciborskii* Zeillere 产于陕西宜君四郎庙炭河沟，内蒙古阿拉善的上三叠统，四川彭县青杠林大石鼓、广元须家河的上三叠统—下侏罗统，以及湖北秭归香溪的下侏罗统中。*C.Gracilis* Sze 和 *C. Ichunensis* Sze 产于陕西宜君杏树坪黄草湾的延长群上部，时代为晚三叠世。*C. Shensiensis* 产于山西大同曹家沟的下—中侏罗统中；*Sphenopteris* 广布于世界各地，时代主要为晚泥盆世—白垩纪，中国北方植物群 *Danaeopsis-Bernoullia* 和南方植物群 *Dictyophyllum-Clathropteris* 中均有化石保存；*Dictyophyllum* 主要分布于欧亚的上三叠统—中侏罗统。其中 *Dictyophyllumnathorstii* Zeiller 产于中国四川巴县、威远、宜宾，江西萍乡，云南广通，湖南等地的上三叠统—下侏罗统中。在新疆库车、甘肃靖远、青海、辽西等地上三叠统中亦有该分子混入。在国外主要分布在越南、日本等地的晚三叠世—早、中侏罗世地层中[9-15,21-38]。

苏铁纲：*Pterophyllum* 最早出现于早三叠世，在晚三叠世特别繁盛，以后逐渐减少，至白垩纪绝灭。该属植物广泛分布于新疆、四川、东北、甘肃、云南等中国晚三叠世地层中；*Anomozamites* 出现于晚三叠世—早白垩世，分布地区亦十分广泛，亚洲、欧洲、东格陵兰均有分布；*Sphenozamites* 这一属自早二叠世—早白垩世发现，中国的晚三叠世—早侏罗世、法国的早二叠世—晚侏罗世、意大利的侏罗世、英国的中侏罗世、越南的晚三叠世—早侏罗世，以及美国、阿根廷的晚三叠世都有发现。*S.Changi Sze* 发现于陕西宜君杏树坪的晚三叠世延长群中；*Taeniopteris* 分布时代极广，始现于晚石炭世，中生代最多，白垩纪后很少见[10-16,18,22-26]。

银杏纲：*Glossophyllum* 发现于欧洲奥地利 Lunz 地层的上三叠统中，类似的化石广布于南、北半球上三叠统—下白垩统中，但均未研究其表皮和气孔构造。其中 *G.? shensiense* Sze 产于陕西宜君、延长及绥德，甘肃华亭，新疆准格尔盆地的晚三叠世延长群的下部至上部；*Sphenobaiera* 分布几乎遍及全球，以北半球最多，时代为早二叠世—早白垩世[10,14-15,18]。

松柏纲：*Elatides* 广泛分布于北半球的中侏罗世早期—早白垩世威尔登期地层中；*Cycadocarpidium* 分布于中国、瑞典、格陵兰、日本、越南的晚三叠世地层中；*Podozamites* 分布广泛，主要为北半球各地的晚三叠世—早白垩世地层[18,27]。

综上所述，贺兰山上田组植物化石组成分子所显示的地质时代为晚三叠世，应为晚三叠世晚期。

4 古气候

该植物化石中真蕨纲和种子蕨纲 9 属 19 种，

占植物组合总数的54%,苏铁纲4属6种,占植物组合总数的17%,且混入了真蕨纲双扇蕨科的网叶蕨 *Dictyophyllumnathorstii* Zeiller,该分子为中国南方植物群的主要分子。而中国晚三叠世植物群地理分区也主要以 *Dictyophyllum* 分布来划分[5-6,19-20,38-41],生长在潮湿、炎热的气候条件下的植物。需要指出的是,苏铁类植物在延长组为数甚少,不及全部植物的5%,与本次所采获化石资料不一致。

该植物群混生了中国南方型 *Dictyophyllum*-*Clathropteris* 植物群的分子 *Dictyophyllum*,且苏铁类植物占一定的比例。植物群中喜湿蕨类较丰富,说明当时植物群生长环境湿润,可能为近岸沼泽或湿地。双扇蕨科和苏铁类占一定比例,反映了较湿热的气候环境。

因此,贺兰山晚三叠世上田组植物化石组合总体反映了气候由半干旱的亚热带环境向湿热的环境过渡,该时期贺兰山上田组植物处于半干旱的亚热带大陆型气候环境,且气候较陕北延长地区更显炎热。

5　结　论

(1)上田组下段由灰绿色、黄绿色中厚层-块状长石砂岩、长石石英砂岩、岩屑长石砂岩、石英砂岩夹少量粉砂岩组成,具有河流相沉积特征;上段主要由灰黑色、深灰绿色泥质粉砂岩、泥岩及炭质页岩组成,具有湖泊相沉积特征。

(2)贺兰山晚三叠世植物化石丰富,共计20属35种,本次鉴定描述共计12属14种。通过分析植物化石的组合特征,认为贺兰山地区晚三叠世上田组植物化石是以中国北方型 *Danaeopsis*-*Bernoullia* 植物群分子为主体,同时混生了中国南方型 *Dictyophyllum*-*Clathropteris* 植物群主要分子 *Dictyophyllum nathorstii* 的混生植物群。

(3)根据植物化石组合及沉积相特征,讨论了贺兰山晚三叠世的气候及沉积环境,认为此时期贺兰山上田组古植物化石处于半干旱的亚热带大陆型气候环境,且开始变得湿热。

致谢:成文过程中得到中国地质大学(武汉)林启祥、朱云海、王永标、黄其胜、喻建新教授的指导和帮助,同时得到宁夏地质调查院领导和项目组成员的大力支持,在此一并表示感谢。

参考文献

[1]杨遵仪, 李子舜, 曲立范, 等. 中国的三叠系[J]. 地质学报, 1982, 1: 1-21.

[2]殷鸿福, 杨遵仪, 童金南. 国际三叠系研究现状[J]. 地层学杂志, 2000, 24(2):109-113.

[3]殷鸿福. 东亚三叠纪古生物地理[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 1992, 17(增刊):123-136.

[4]陈金华. 中国南方三叠纪和侏罗纪的生物地理区系问题[J]. 古生物学报, 1998,37(1):98-107.

[5]周统顺. 中国三叠纪植物群、植物地理分区及古气候[C]//中国古生物论文集. 1999:212-224.

[6]米家榕. 中国北方晚三叠世植物地理区划问题[J]. 长春地质学院学报, 1986,4:1-9.

[7]宁夏回族自治区地质调查院. 中国区域地质志·宁夏志[M]. 北京: 地质出版社, 2017.

[8]顾其昌, 沈玉玲, 范晋安, 等. 宁夏回族自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996.

[9]青海省地质矿产局. 青海省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1988.

[10]甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1987.

[11]黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989.

[12]河南省地质矿产局. 河南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1986.

[13]内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1985.

[14]新疆维吾尔族自治区地质矿产局. 新疆维吾尔族自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1982.

[15]斯行健. 陕北中生代延长层植物群[C]//中国古生物志. 总号第139册, 新甲种, 1956, 5: 1-217.

[16]斯行健, 李星学. 中国中生代植物[M]. 北京: 科学出版社, 1963: 1-149.

[17]孙革. 论中国晚三叠世植物地理分区及古植物分区原则[J]. 地质学报, 1987, 1: 1-9.

[18]徐仁, 朱家然, 陈晔, 等. 中国晚三叠世宝鼎植物群[M]. 北京:科学出版社, 1979.

[19]古生物学基础理论丛书委员会. 中国古生物地层地理区系[M]. 北京:科学出版社, 1983:121-130.

[20]吴舜卿, 钟端, 赵培荣. 延长植物群在塔里木的发现——兼论中国晚三叠世植物地理分区的西端界线[J]. 地层学杂志, 1983, 24(4): 303-306.

[21]徐仁. 藏南舌羊齿植物群的发现和其在地质学及古地理学上的意义[M]. 北京: 科学出版社, 1973.

[22]谢万华, 谷祖刚. 甘肃靖远县宝积山晚三委世植物群组合与含煤远景初探[J]. 中国区域地质, 1988, 4: 358-361.

[23]阎同生. 甘肃省宝积山晚三叠世植物群与古地理研究[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 1: 103-108.

[24]张武. 辽宁凌源晚三叠世植物化石[J]. 中国地质科学院沈阳地质

矿产研究所所刊, 1982: 187−197.

[25]黄其胜, 卢宗盛. 豫西卢氏县双槐树晚三叠世的植物化石[C]//地层古生物论文集, 1988: 178−188.

[26]何元良. 青海晚三叠世地层及其植物群[J]. 地层学杂志, 1980, 4(4): 293−300.

[27]陈金华, 曹美珍, 小松俊文. 日本晚三叠世生物群及与中国的对比[J]. 科学技术与工程, 2003, 3(1): 39−41.

[28]陈晔. 四川新龙晚三叠世植物[J]. 植物研究, 1985, 2: 21−47.

[29]陈晔, 段淑英, 张玉成. 四川盐边晚三叠世植物新种Ⅱ[J]. 植物学报, 1979, 21(2):186−193.

[30]李洁, 甄保生, 孙革. 新疆昆仑山乌斯腾塔格−喀拉米兰晚三叠世植物化石首次发现[J]. 新疆地质, 1991, 9(1):50−58.

[31]黄其胜. 川北晚三叠世须家河期古气候及成煤特征[J]. 地质论评, 1995:92−99.

[32]张启跃, 周长勇, 吕涛等. 云南罗平中三叠世安尼期生物群的发现及其意义[J]. 地质论评, 2008, 54(4)：523−525.

[33]葛玉辉, 孙春林, 刘茂修. 鄂尔多斯盆地东北缘高头窑地区中侏罗世植物群的发现[J]. 世界地质, 2004, 23(2)：107−117.

[34]熊鑫琪, 黄其胜, 喻建新, 等. 赣东北晚三叠世安源组植物群[J]. 地球科学, 2009, 3: 405−411.

[35]米家榕. 吉林双阳—磐石一带晚三叠世植物化石[J]. 长春地质学院学报, 1985, 3: 1−10.

[36]吴舜卿. 贵州安龙县晚三叠世植物化石[J]. 古生物学报, 1966, 14(2):233−245.

[37]孙革. 吉林双阳大酱缸晚三叠世植物[J]. 古生物学报, 1983, 4: 447−459.

[38]曹洪升. 黔西晚三叠世地层及植物群研究[J]. 贵州地质, 1992, 1: 26−40.

[39]杨瑞东. 黔中、黔南三叠纪古生态、古群落研究[J]. 岩相古地理, 1996, 16(6): 42−48.

[40]邓胜徽，中生代主要植物化石的古气候指示意义[J]. 古地理学报. 2007, 9(6): 559−574.

[41]王永栋, 付碧宏, 谢小平等. 四川盆地陆相三叠系与侏罗系[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社，2010.